

DERWENT-ACC-NO: 2004-003976

DERWENT-WEEK: 200401

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Torque detector for motor vehicle, calculates torque,
based on difference of product of sine-wave and
cosine-curve output of resolvers, and product of
cosine-curve and sine-wave output of resolvers

PATENT-ASSIGNEE: KOYO SEIKO CO LTD[KOYS]

PRIORITY-DATA: 2002JP-0137483 (May 13, 2002)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2003329524 A	November 19, 2003	N/A	007	G01L 003/10

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2003329524A	N/A	2002JP-0137483	May 13, 2002

INT-CL (IPC): B62D005/04, B62D005/06 , G01L003/10

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003329524A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The detector has a pair of resolvers (6,7) that are attached to input and output shafts (2,3) respectively. The arithmetic units (12a,12b) calculates torque, based on the difference of the product of sine-wave output (S1) and cosine- curve output (C2) of the resolvers, and product of cosine-curve output (C1) and sine-wave output (S2) of the resolvers.

USE - For detecting torque used for electric-power steering apparatus used in motor vehicle.

ADVANTAGE - Torque is detected with high precision and efficiently.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a block diagram of the torque detector. (Drawing includes non-English language text).

input and output shafts 2,3

spring 4

resolvers 6,7

arithmetic units 12a,12b

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: TORQUE DETECT MOTOR VEHICLE CALCULATE TORQUE BASED DIFFER PRODUCT
SINE WAVE COSINE CURVE OUTPUT RESOLUTION PRODUCT COSINE CURVE SINE
WAVE OUTPUT RESOLUTION

DERWENT-CLASS: Q22 S02 X22

EPI-CODES: S02-F02; X22-C05A; X22-X06;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2004-003484

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-329524
(P2003-329524A)

(43) 公開日 平成15年11月19日 (2003. 11. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 1 L 3/10	3 1 7	G 0 1 L 3/10	3 1 7 3 D 0 3 3
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	
5/06		5/06	B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-137483(P2002-137483)

(22) 出願日 平成14年 5 月 13 日 (2002. 5. 13)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

(72) 発明者 長瀬 茂樹

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

光洋精工株式会社内

(72) 発明者 中野 史郎

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

光洋精工株式会社内

(74) 代理人 100087701

弁理士 稲岡 耕作 (外 1 名)

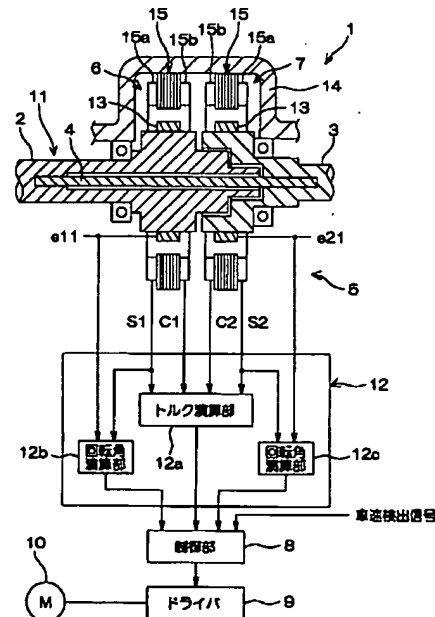
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トルク検出装置

(57) 【要約】

【課題】 磁性体を取り囲む電磁コイルに発生するインピーダンス変化を検出することでトルクを検出するトルク検出装置は、インピーダンスの調整が困難であり、検出精度が悪い。

【解決手段】 第 1 及び第 2 の回転角センサ 6、7 がそれぞれ入力軸 2 及び出力軸 3 を取り囲む。第 1 の回転角センサ 6 からの正弦波出力 S 1 及び余弦波出力 C 1 と第 2 の回転角センサ 7 からの正弦波出力 S 2 及び余弦波出力 C 2 を用いて、 $S1 \cdot C1 - C1 \cdot S2$ を演算すると、回転角センサ 6、7 の回転角に依存せず、両回転角センサ 6、7 のロータ 13 間のねじれ角 $\Delta \theta$ により変化する sin 波形を得ることができ、これによりトルクを検出する。回転角センサ 6 (又は 7) の入力電圧と出力電圧の比較に基づいて入力軸 2 (又は出力軸 3) の回転角 (絶対位置) を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 トーションバーを介して同軸上に相対回転可能に連結される入力部材及び出力部材にそれぞれ設けられる第1及び第2の回転角センサと、第1及び第2の回転角センサのそれぞれから得られる正弦波出力及び余弦波出力に基づいてトルクを演算するトルク演算部とを備えたトルク検出装置において、

前記トルク演算部は、第1の回転角センサの正弦波出力と第2の回転角センサの余弦波出力との積と、第1の回転角センサの余弦波出力と第2の回転角センサの正弦波出力との積との差分に基づいてトルクを演算することを特徴とするトルク検出装置。

【請求項2】 請求項1において、前記第1及び第2の回転角センサの少なくとも一方からの出力に基づいて、入力部材及び出力部材の少なくとも一方の回転角度を演算する回転角演算部をさらに備えることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記第1及び第2の回転角センサにより検出される回転角度に基づき、前記入力部材及び出力部材のそれぞれの角速度又は角加速度を算出する算出手段と、この算出手段が算出した角速度間の関係又は角加速度間の関係に基づき、前記トルクが入力部材側からの入力によるものか出力部材側からの入力によるものかを判定する判定手段とをさらに備えることを特徴とするトルク検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、トルク検出装置に関し、例えば自動車の電動パワーステアリング装置において操舵軸に付加されるトルクを検出するためのトルク検出装置に用いられる。

【0002】

【従来の技術】 一般に、電動パワーステアリング装置においては、トーションバーを介して連結される入力軸及び出力軸に磁性体を設け、磁性体を取り囲む電磁コイルに発生するインピーダンス変化を検出することで、トルクを検出し、検出されたトルクに応じて電動モータによるアシスト力を調整するようにしている。しかしながら、インピーダンスの調整が複雑であり、検出精度が悪いという問題がある。また、操角情報が得られないという課題がある。

【0003】 そこで、入、出力軸にそれぞれ回転位置を検出するための回転角センサを設け、これらの回転角センサの出力を用いて入、出力軸間の差動角を検出し、これに基づいてトルクを検出するトルク検出装置が提供されている（例えば特開2001-194251号公報、及び特開2001-272204号公報参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記公報のトルク検出装置では、入力側ロータと出力側ロータ

に回転角出力を角度に変換する手段が必要となるという欠点がある。例えば、回転角 θ に対して $\sin \theta$ 、 $\cos \theta$ のアナログ信号を出力することのできる回転角センサ（一般にはレゾルバ）を2つ用い、各回転角センサからの $\sin \theta$ 信号と $\cos \theta$ 信号をマイコン等の制御部に入力し、該制御部において、その2つのセンサの角度差を検知し、この差に基づいてトルク情報を得る場合があるが、この場合、一般的に、式 $\tan^{-1}(\sin \theta / \cos \theta)$ を用いて各回転角センサの回転角 θ_1 、 θ_2 を求めて、その差 $(\theta_1 - \theta_2)$ を得るようにしている。

【0005】 しかしながら、マイコン等の制御部に $\sin \theta$ 、 $\cos \theta$ 信号を取り込む際の分解能に限界があるため、トルクの分解能がかせげないといった欠点や、マイコンの制御負荷が高くなるといった欠点がある。ところで、電動パワーステアリング装置においては、ステアリングホイール等の操舵部材に加えられるトルクの大きさに加えて、このトルクの方向、すなわち、左右何れの方向に操舵がなされているかを検出する必要がある。

【0006】 例えば特開2000-352502号公報等に提案されているトルク検出装置では、入力軸の回転角度と出力軸の回転角度とを比較して、入力軸が先行している方向にトルクが加えられていると判定するようにしている。一方、走行中の車両の操舵軸には、舵取り操作に応じてステアリングホイール側の入力軸から加わる正規のトルク（操舵トルク）と共に、操向用車輪に加わる路面反力が、舵取り機構側の出力軸からの入力トルク（以下では、逆入力トルクという）として作用している。

【0007】 このような逆入力トルクは、路面からの情報をドライバに伝える事になり、重要な要素であるが、必要以上の周波数領域での逆入力トルクは、ハンドル振動という形でドライバに不快感や不安感を与えるといった問題がある。本発明は前記課題に鑑みてなされたものであり、トルク分解能が高く制御負荷を軽減することができトルク検出装置を提供することを目的とする。また、本発明はトルクが入力部材及び出力部材の何れ側から入力されたものであるかを判定することのできるトルク検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】 前記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、トーションバーを介して同軸上に相対回転可能に連結される入力部材及び出力部材にそれぞれ設けられる第1及び第2の回転角センサと、第1及び第2の回転角センサのそれぞれから得られる正弦波出力及び余弦波出力に基づいてトルクを演算するトルク演算部とを備えたトルク検出装置において、前記トルク演算部は、第1の回転角センサの正弦波出力と第2の回転角センサの余弦波出力との積と、第1の回転角センサの余弦波出力と第2の回転角センサの正弦波出力との積との差分に基づいてトルクを演算する

ことを特徴とするものである。

【0009】本発明では、下記の作用効果を奏する。すなわち、入力部材の回転角を θ とし、出力部材が入力部材に対して $\Delta\theta$ のねじれ角だけずれているとすると、第1の回転角センサから得られる正弦波出力S1及び余弦波出力C1は、それぞれ $E\sin\theta$ 及び $E\cos\theta$ で表され*

$$\begin{aligned} & S1 \cdot C2 - C1 \cdot S2 \\ &= E\sin\theta \times E\cos(\theta - \Delta\theta) - E\cos\theta \times E\sin(\theta - \Delta\theta) \\ &= 0.5E^2 [\sin(2\theta - \Delta\theta) + \sin(\Delta\theta)] - 0.5E^2 [\sin(2\theta - \Delta\theta) - \sin(\Delta\theta)] \\ &= E^2 \sin(\Delta\theta) \end{aligned}$$

となり、入力部材の回転角 θ に依存せず、出力部材の入力部材に対するねじれ角 $\Delta\theta$ により変化するsin波形を得ることができ、これにより得られた位相角差（すなわち、ねじれ角 $\Delta\theta$ ）に基づいてトルクを検出する。

【0011】従来のトルクセンサでは、各回転角センサの正弦波出力及び余弦波出力をマイコン等の制御部に入力してトルクを検出しているため、トルク分解能に限界があり且つマイコンの制御負荷が大きいという課題があったが、本発明では、上述した式（ $S1 \cdot C2 - C1 \cdot S2$ ）に基づいてトルクを演算し、その演算結果をマイコン等の制御部に出力すれば良いので、トルク分解能を高くすることができると共に、制御部の制御負荷を軽くすることができる。

【0012】請求項2記載の発明は、請求項1において、前記第1及び第2の回転角センサの少なくとも一方からの出力に基づいて、入力部材及び出力部材の少なくとも一方の回転角度を演算する回転角演算部をさらに備えることを特徴とするものである。本発明では、回転角センサの本来の機能である回転角をアブソリュート値で検出することができる。トルク検出装置の主要素を用いて簡単に回転角度を検出することができ、部品点数の削減を通じて小型化とコストダウンを達成することができる。

【0013】請求項3記載の発明は、請求項1又は2において、前記第1及び第2の回転角センサにより検出される回転角度に基づき、前記入力部材及び出力部材のそれぞれの角速度又は角加速度を算出する算出手段と、この算出手段が算出した角速度間の関係又は角加速度間の関係に基づき、前記トルクが入力部材側からの入力によるものか出力部材側からの入力によるものかを判定する判定手段とをさらに備えることを特徴とするものである。本発明では、トルクが入力部材側からの入力によるものか、出力部材側からの入力によるものかを判定することができる。したがって、例えば、本トルク検出装置を車両の電動パワーステアリング装置に適用した場合に、トルクが操舵部材からの入力によるものか、舵取り機構からの入力によるものかを判定し、その判定結果に基づき操舵補助用のモータを駆動制御することが可能となる。

*（E：電圧振幅）。一方、第2の回転角センサから得られる正弦波出力S2及び余弦波出力C2は、それぞれ $E\sin(\theta - \Delta\theta)$ 及び $E\cos(\theta - \Delta\theta)$ で表される。

【0010】ここで、

※【0014】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい実施の形態を添付図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の一実施の形態のトルク検出装置を含む電動パワーステアリング装置（EPS）の概略構成を示している。図1を参照して、本電動パワーステアリング装置1は、図示しないステアリングホイール等の操舵部材に連結される入力部材としての入力軸2と、ラックアンドピニオン機構等の舵取り機構に連結される出力部材としての出力軸3と、入力軸2と出力軸3を同軸上に相対回転可能に連結するトーションバー4とを備える。入力軸2、トーションバー4及び出力軸3によりステアリングシャフト11が構成されている。

【0015】トルク検出装置5は、トーションバー4を介する入力軸2と出力軸3との相対回転変位量により操舵トルクを検出するものである。トルク検出装置5は、入力軸2及び出力軸3をそれぞれ取り囲んで設けられる回転角センサとしての第1及び第2のレゾルバ6、7と、これら第1及び第2のレゾルバ6、7からの信号（後述する正弦波出力S1、S2及び余弦波出力C1、C2に相当）に基づいてトルクを演算するトルク演算部12aとを備える。

【0016】トルク演算部12aは処理回路12に含まれており、この処理回路12は、入力軸2及び出力軸3のそれぞれの回転角（絶対位置）を検出するための回転角演算部12b、12cを含んでいる。回転角演算部12bは、第1のレゾルバ6の一次側の電圧（直交の入力電圧のうち一方、例えばe11）と二次側の電圧（例えば正弦波出力S1）との比較に基づいて、入力軸2の回転角（絶対位置）を検出する。同様に、回転角演算部12cは、第2のレゾルバ7の一次側の電圧（直交の入力電圧のうち一方、例えばe21）と二次側の電圧（例えば正弦波出力S2）との比較に基づいて、出力軸3の回転角（絶対位置）を検出する。

【0017】トルク演算部12aからのトルク検出信号、及び各回転角演算部12b、12cからの回転角検出信号は制御部8に与えられる。制御部8では、トルク検出信号、回転角検出信号、車速検出信号等に基づい

※50 て、ドライバ9を介して操舵補助用の電動モータ10へ

ことを特徴とするものである。

【0009】本発明では、下記の作用効果を奏する。すなわち、入力部材の回転角を θ とし、出力部材が入力部材に対して $\Delta\theta$ のねじれ角だけずれているとすると、第1の回転角センサから得られる正弦波出力S1及び余弦波出力C1は、それぞれ $E\sin\theta$ 及び $E\cos\theta$ で表され*

$$\begin{aligned} S1 \cdot C2 - C1 \cdot S2 \\ &= E\sin\theta \times E\cos(\theta - \Delta\theta) - E\cos\theta \times E\sin(\theta - \Delta\theta) \\ &= 0.5E^2 [\sin(2\theta - \Delta\theta) + \sin(\Delta\theta)] - 0.5E^2 [\sin(2\theta - \Delta\theta) - \sin(\Delta\theta)] \\ &= E^2 \sin(\Delta\theta) \end{aligned}$$

となり、入力部材の回転角 θ に依存せず、出力部材の入力部材に対するねじれ角 $\Delta\theta$ により変化するsin波形を得ることができ、これにより得られた位相角差（すなわち、ねじれ角 $\Delta\theta$ ）に基づいてトルクを検出する。

【0011】従来のトルクセンサでは、各回転角センサの正弦波出力及び余弦波出力をマイコン等の制御部に入力してトルクを検出しているため、トルク分解能に限界があり且つマイコンの制御負荷が大きいという課題があったが、本発明では、上述した式（ $S1 \cdot C2 - C1 \cdot S2$ ）に基づいてトルクを演算し、その演算結果をマイコン等の制御部に出力すれば良いので、トルク分解能を高くすることができると共に、制御部の制御負荷を軽くすることができる。

【0012】請求項2記載の発明は、請求項1において、前記第1及び第2の回転角センサの少なくとも一方からの出力に基づいて、入力部材及び出力部材の少なくとも一方の回転角度を演算する回転角演算部をさらに備えることを特徴とするものである。本発明では、回転角センサの本来の機能である回転角をアブソリュート値で検出することができる。トルク検出装置の主要素を用いて簡単に回転角度を検出することができ、部品点数の削減を通じて小型化とコストダウンを達成することができる。

【0013】請求項3記載の発明は、請求項1又は2において、前記第1及び第2の回転角センサにより検出される回転角度に基づき、前記入力部材及び出力部材のそれぞれの角速度又は角加速度を算出する算出手段と、この算出手段が算出した角速度間の関係又は角加速度間の関係に基づき、前記トルクが入力部材側からの入力によるものか出力部材側からの入力によるものかを判定する判定手段とをさらに備えることを特徴とするものである。本発明では、トルクが入力部材側からの入力によるものか、出力部材側からの入力によるものかを判定することができる。したがって、例えば、本トルク検出装置を車両の電動パワーステアリング装置に適用した場合に、トルクが操舵部材からの入力によるものか、舵取り機構からの入力によるものかを判定し、その判定結果に基づき操舵補助用のモータを駆動制御することが可能となる。

*（E：電圧振幅）。一方、第2の回転角センサから得られる正弦波出力S2及び余弦波出力C2は、それぞれ $E\sin(\theta - \Delta\theta)$ 及び $E\cos(\theta - \Delta\theta)$ で表される。

【0010】ここで、

※【0014】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい実施の形態を添付図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の一実施の形態のトルク検出装置を含む電動パワーステアリング装置（EPS）の概略構成を示している。図1を参照して、本電動パワーステアリング装置1は、図示しないステアリングホイール等の操舵部材に連結される入力部材としての入力軸2と、ラックアンドピニオン機構等の舵取り機構に連結される出力部材としての出力軸3と、入力軸2と出力軸3を同軸上に相対回転可能に連結するトーションバー4とを備える。入力軸2、トーションバー4及び出力軸3によりステアリングシャフト11が構成されている。

【0015】トルク検出装置5は、トーションバー4を介する入力軸2と出力軸3との相対回転変位量により操舵トルクを検出するものである。トルク検出装置5は、入力軸2及び出力軸3をそれぞれ取り囲んで設けられる回転角センサとしての第1及び第2のレゾルバ6、7と、これら第1及び第2のレゾルバ6、7からの信号（後述する正弦波出力S1、S2及び余弦波出力C1、C2に相当）に基づいてトルクを演算するトルク演算部12aとを備える。

【0016】トルク演算部12aは処理回路12に含まれており、この処理回路12は、入力軸2及び出力軸3のそれぞれの回転角（絶対位置）を検出するための回転角演算部12b、12cを含んでいる。回転角演算部12bは、第1のレゾルバ6の一次側の電圧（直交の入力電圧のうち一方、例えばe11）と二次側の電圧（例えば正弦波出力S1）との比較に基づいて、入力軸2の回転角（絶対位置）を検出する。同様に、回転角演算部12cは、第2のレゾルバ7の一次側の電圧（直交の入力電圧のうち一方、例えばe21）と二次側の電圧（例えば正弦波出力S2）との比較に基づいて、出力軸3の回転角（絶対位置）を検出する。

【0017】トルク演算部12aからのトルク検出信号、及び各回転角演算部12b、12cからの回転角検出信号は制御部8に与えられる。制御部8では、トルク検出信号、回転角検出信号、車速検出信号等に基づいて、ドライバ9を介して操舵補助用の電動モータ10へ

※50

の印加電圧を制御する。電動モータ10の図示しない回転軸の回転が、例えばウォームギヤ機構等の減速機構を介して出力軸3に伝達され、操舵が補助されるようになっている。

【0018】第1レゾルバ6はそれぞれ、入力軸2に一体回転可能に取り付けられた環状のロータ（回転子）13と、このロータ13の周囲を取り囲み、例えば電動パワーステアリング装置1のハウジング14に固定される環状のステータ（固定子）15とを備える。第2のレゾルバ7は第1のレゾルバ6と同様の構成であるが、そのロータ13が出力軸3に一定回転可能に取り付けられる点が第1のレゾルバ6とは異なる。

【0019】図2Aを参照して、第1のレゾルバ6のロータ13及びステータ15のそれぞれに、電気的に90°ずれた2つのコイル13a、13b及び15a、15bが配置されている。例えばロータ13を一次側として各コイル13a、13bにそれぞれ正弦波入力e11及び余弦波入力e12（相直交する入力電圧に相当）を与えて励磁し、二次側となるステータ15の各コイル15a、15bからそれぞれ出力電圧として正弦波出力S1及び余弦波出力C1を取り出す。

【0020】同様に、図2Bを参照して、第2のレゾルバ*

$$S1 \cdot C2 - C1 \cdot S2$$

$$\begin{aligned} &= E \sin \theta \times E \cos (\theta - \Delta \theta) - E \cos \theta \times E \sin (\theta - \Delta \theta) \\ &= 0.5 E^2 [\sin (2 \theta - \Delta \theta) + \sin (\Delta \theta)] - 0.5 E^2 [\sin (2 \theta - \Delta \theta) \\ &\quad - \sin (\Delta \theta)] \\ &= E^2 \sin (\Delta \theta) \end{aligned}$$

となり、ロータの回転角 θ に依存せず、ロータ間の振れ角 $\Delta \theta$ により変化するsin波形（図3参照）を得ることができ、これにより得られた位相角差（すなわち、ねじれ角 $\Delta \theta$ ）に基づいてトルクを検出することができる。

【0023】一方、回転角演算部12bでは、第1のレゾルバ6によって得られる2つの直交電圧S1、C1を用いて、式 $\theta = \tan^{-1} (S1 / C1)$ に基づき角度を検出し回転角 θ をアブソリュート値で取り出し、これにより入力軸2の回転角を検出する。同様に回転検出部12cは出力軸3の回転角を検出する。回転角演算部12b、12cは何れか一方のみを設けるようにしても良い。以上の如く本実施の形態によれば、入力部材の回転角 θ に依存せず、出力部材の入力部材に対する振れ角 $\Delta \theta$ により変化するsin波形を得ることができ、これにより得られた位相角差（すなわち、ねじれ角 $\Delta \theta$ ）に基づいてトルクを検出する。また、レゾルバの本来の機能である回転角（絶対位置）の検出が非常に容易である。

【0024】また、従来、この種のトルクセンサでは、各回転角センサの正弦波出力及び余弦波出力をマイコン等の制御部に入力し、制御部において各回転角センサの回転角を求めた後、これらの差に基づいてトルクを検出していたが、トルク分解能に限界があり且つマイコンの制御負荷が大きいという課題があった。これに対して、※50

*バ7では、例えばロータ13を一次側として各コイル13a、13bにそれぞれ正弦波入力e21及び余弦波入力e22（相直交する入力電圧に相当）を与えて励磁し、二次側となるステータ15の各コイル15a、15bのそれぞれから出力電圧として正弦波出力S2及び余弦波出力C2を取り出す。なお、各レゾルバ6、7において、ステータ15を一次側とし、ロータ13を二次側としても良い。

【0021】次いで、処理回路12のトルク演算部12aでの処理について説明する。すなわち、第1のレゾルバ6のロータ13の回転角を θ とし、第2のレゾルバ7のロータ13が第1のレゾルバ6のロータ13に介して $\Delta \theta$ のねじれ角だけずれているとすると、第1のレゾルバ6から得られる2つの直交（位相差が90°）の出力（電圧）すなわち正弦波出力S1及び余弦波出力C1は、それぞれ $E \sin \theta$ 及び $E \cos \theta$ で表される。

【0022】一方、第2のレゾルバ7から得られる2つの直交の出力（電圧）、すなわち正弦波出力S2及び余弦波出力C2は、それぞれ $E \sin (\theta - \Delta \theta)$ 及び $E \cos (\theta - \Delta \theta)$ で表される。ただし、各コイル17、18の信号振幅の最大値は略等しいのでこれをEで近似してある。ここで、

※本実施の形態では、処理回路12のトルク演算部12aが、第1のレゾルバ6の正弦波出力S1と第2のレゾルバ7余弦波出力C1との積と、第1のレゾルバ6の余弦波出力C1と第2のレゾルバ7の正弦波出力S1との積との差分（ $S1 \cdot C2 - C1 \cdot S2$ ）を求め、これに基づいてトルクを演算し、その演算結果を制御部8に出力するようにしている。したがって、トルク分解能を高くすることができると共に、例えばマイコンからなる制御部8の制御負荷を軽くすることができる。

【0025】特にコラム同軸タイプの電動パワーステアリング装置において、多大な効果を得ることができる。というのは、従来型のインピーダンス変化検出方式のトルクセンサの軸方向寸法が約40mmであり、回転角検出のための一般的なレゾルバの軸方向寸法が約15mmであるので、トルクと回転角の双方を検出しようとして、従来型のトルクセンサと回転角検出用のレゾルバをステアリングコラムの同軸上に配置するとすると、約55mmの軸方向寸法を要するが、トルク検出と回転角検出をレゾルバの2個使いにより達成する本実施の形態では、約30mmの軸方向寸法で良いことになり、格段の小型化を図れると共に部品統合による大幅なコストダウンも期待できる。

【0026】次いで、図4は前述の実施の形態のトルク

検出装置1を用いて、トルクが入力軸2からの入力によるものか、出力軸3からの入力によるものかを判定する場合の制御部8の処理の流れを示すフローチャートを示している。ステップS1において、処理回路12からのトルク検出信号、並びに入力軸2及び出力軸3のそれぞれの回転角検出信号 θ_1 、 θ_2 を読み込んだ制御部8では、トルクが発生しているか否かを判定する(ステップS2)。

【0027】トルクが発生している場合には、入力軸2及び出力軸3のそれぞれの角速度 θ_1' 、 θ_2' を算出し(ステップS3)、入力軸2の角速度の絶対値 $|\theta_1'|$ が出力軸3の角速度の絶対値 $|\theta_2'|$ よりも大きい場合(すなわち $|\theta_1'| \geq |\theta_2'|$)には、トルクが入力軸2からの入力(すなわち正入力)によるものと判定する(ステップS4、S5)。また、出力軸3の角速度の絶対値 $|\theta_2'|$ が入力軸2の角速度の絶対値 $|\theta_1'|$ よりも大きい場合(すなわち $|\theta_1'| < |\theta_2'|$)には、トルクが出力軸3からの入力(すなわち逆入力)によるものと判定する(ステップS4、S6)。

【0028】上記のフローにおいては、入力軸2及び出力軸3の角速度の絶対値 $|\theta_1'|$ 、 $|\theta_2'|$ の大小比較に基づき、正入力か逆入力かを判定したが、これに限らず、入力軸2及び出力軸3の角加速度の絶対値 $|\theta_1''|$ 、 $|\theta_2''|$ の大小比較に基づき、正入力か逆入力かを判定するようにすることもできる。すなわち、入力軸2の角加速度の絶対値 $|\theta_1''|$ が出力軸3の角加速度の絶対値 $|\theta_2''|$ よりも大きい場合(すなわち $|\theta_1''| \geq |\theta_2''|$)には、トルクが入力軸2からの入力(すなわち正入力)によるものと判定し、その逆の場合には(すなわち $|\theta_1''| < |\theta_2''|$)には、逆入力によるものと判定する。

【0029】なお、本発明は前記各実施の形態に限定されるものではなく、例えば回転角演算部12b、12cを廃止しても良い。また、本トルク検出装置を一般の回転機械に適用すること等、本発明の特許請求の範囲内で種々の変更を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態のトルク検出装置が適用された電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

【図2】図2A及び図2Bは第1及び第2の回転角センサであるレゾルバの模式図である。

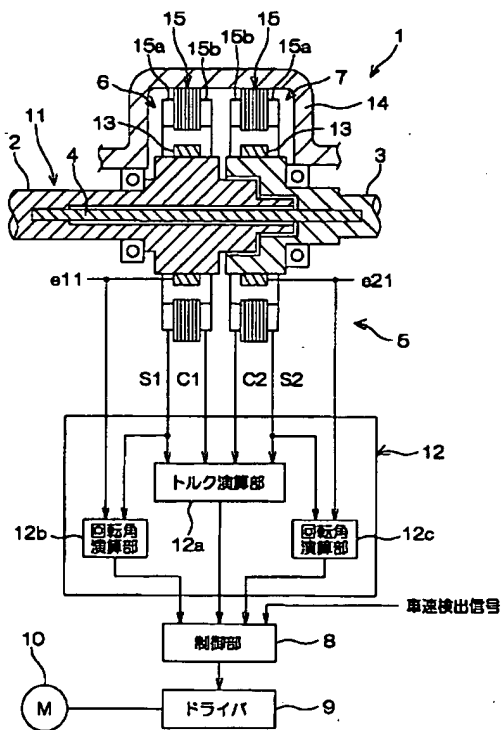
【図3】トルクと検出出力の関係を示す図である。

【図4】本発明の別の実施の形態の演算処理の流れを示すフローチャートである。

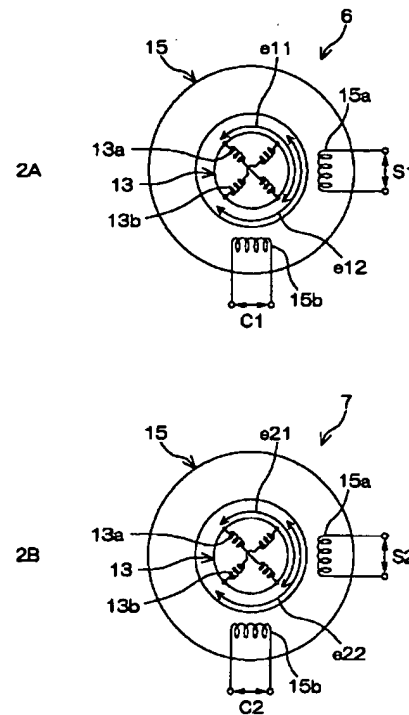
【符号の説明】

- 1 電動パワーステアリング装置
- 2 入力軸(入力部材)
- 3 出力軸(出力部材)
- 4 トーションバー
- 5 トルク検出装置
- 6 第1のレゾルバ(第1の回転角センサ)
- 7 第2のレゾルバ(第2の回転角センサ)
- 8 制御部(算出手段、判定手段)
- 9 ドライバ
- 10 電動モータ
- 11 ステアリングシャフト
- 12 処理回路
- 12a トルク演算部
- 12b、12c 回転角演算部
- 13 ロータ
- 13a、13b コイル
- 15a、15b コイル
- 15 ステータ
- S1、S2 正弦波出力
- C1、C2 余弦波出力
- e11、e21 正弦波入力
- e12、e22 余弦波入力
- θ 、 θ_1 、 θ_2 回転角
- $\Delta\theta$ ねじれ角(トルク)
- θ_1' 、 θ_2' 角速度
- θ_1'' 、 θ_2'' 角加速度

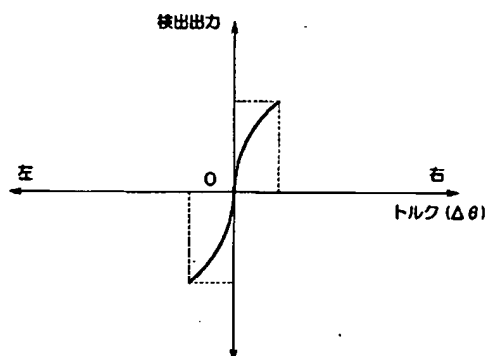
【図1】



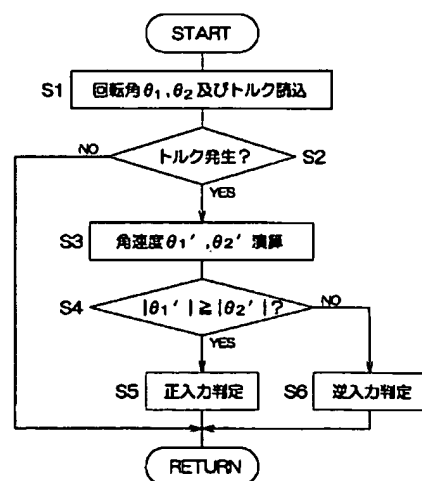
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 酒巻 正彦

大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号
光洋精工株式会社内

Fターム(参考) 3D033 CA28 DB05